



Interférences lumineuses

I. Maquettes illustrant les interférences :

Expérience 1 :

Regarder le film « TS-TPP6-MaquetteInterference.flv » situé dans le répertoire TS.

Mettre en place la maquette et réaliser l'expérience comme dans le film.

Q1. Représenter un schéma avec des sinusoides pour illustrer les interférences destructives.

Expérience 2 :

Regarder le diaporama « TS-TPP6-AnimationTransparents.ppsx ».

Réaliser cette expérience avec les transparents à disposition.

Q2. D'après cette maquette, comment évolue l'interfrange (distance séparant deux franges consécutives de même nature) lorsque l'écart « a » entre les deux sources lumineuses augmente ?

II. Détermination de la longueur d'onde d'un LASER par interférences :

Vous disposez d'un laser, produisant une lumière monochromatique de longueur d'onde supposée inconnue, d'une diapositive avec 3 doubles fentes de Young séparées respectivement par les distances $a = 0,3 \text{ mm}$; $0,4 \text{ mm}$; $0,6 \text{ mm}$, d'un écran, d'un réglet, de supports élévateurs, de potences, d'un triple mètre.

On rappelle que l'interfrange, distance séparant deux franges consécutives de même nature, est définie par $i = \frac{\lambda \cdot D}{a}$.

a est la distance entre deux fentes, λ est la longueur d'onde dans le vide de la lumière monochromatique, D est la distance entre la double fente et l'écran où apparaît la figure d'interférences.

Objectif :

Mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer la longueur d'onde du laser rouge.

Q3. Présenter le dispositif expérimental et indiquer les mesures réalisées.

Q4. Exploiter les mesures afin de déterminer la valeur de la longueur d'onde du laser.

Q5. La valeur de la longueur d'onde indiquée par le fabricant est $\lambda = 650 \text{ nm}$. Porter un regard critique sur votre résultat expérimental.

III. Réseau :

Un réseau est un film transparent sur lequel sont dessinés des traits verticaux régulièrement espacés.

Lorsque la lumière parvient sur ces traits, chaque « fente » se comporte comme une source lumineuse. Ces sources secondaires interfèrent.

Un réseau est caractérisé par le nombre de traits par millimètre.

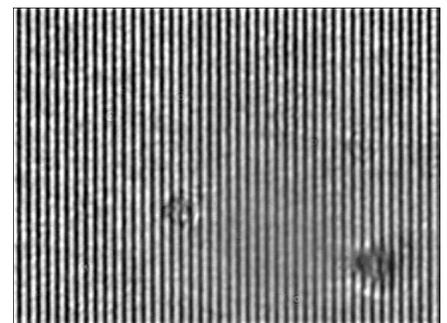


Photo d'un réseau prise au microscope.

Objectif :

Mettre en œuvre un protocole permettant de vérifier les caractéristiques du réseau à votre disposition.

Q6. Présenter vos mesures, les exploiter, puis porter un regard critique sur votre résultat expérimental.

Q7. Expliquer le principe de la décomposition de la lumière blanche par un réseau en observant l'expérience proposée au bureau avec le rétroprojecteur.

IV. Interférences et CD, DVD:



Sur un CD, les données sont inscrites sur une piste en spirale qui fait près de 5 km de long, du centre vers l'extérieur et compte 22188 tours.

Les spirales confèrent au CD les propriétés optiques d'un réseau. L'espacement « a » entre les spirales correspond à l'espacement entre les « fentes » du réseau. La dispersion de la lumière par les spirales a lieu après une réflexion sur une couche métallique déposée sur le CD.

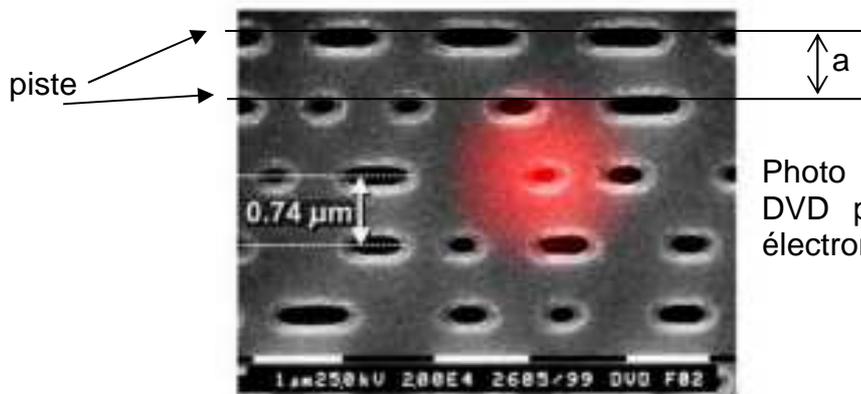
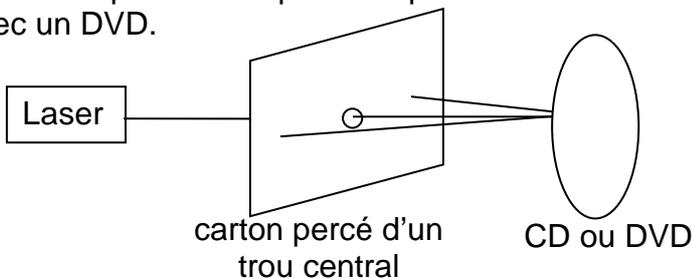


Photo de la surface d'un DVD prise au microscope électronique

Mettre en place le dispositif expérimental suivant avec un CD puis dans les mêmes conditions avec un DVD.

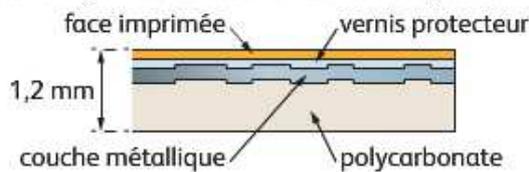
ATTENTION AUX REFLETS



Q8. En quoi vos mesures d'interfranges permettent-elles de comprendre qu'un DVD peut stocker plus d'informations qu'un CD ?

Doc 1. Principe de fonctionnement

Un CD est un disque en polycarbonate (matière plastique transparente) recouvert d'une couche métallique réfléchissante, elle-même protégée par un vernis. La face supérieure peut être imprimée ou recouverte d'une étiquette.



A. Vue en coupe d'un CD.

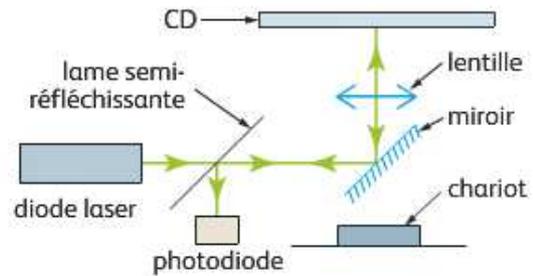
Les informations sont stockées sous forme de plats et de cuvettes sur une spirale qui commence sur le bord intérieur du CD et finit sur le bord extérieur. Les cuvettes ont une profondeur e et une largeur de $0,67 \mu\text{m}$.

La tête de lecture est constituée d'une diode laser émettant une radiation de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 780 \text{ nm}$ et d'une photodiode détectant la lumière réfléchi par la surface métallisée du CD.

La lumière émise par la diode laser traverse une lame semi-réfléchissante avant de se réfléchir sur un miroir. L'ensemble miroir-lentille est monté sur un chariot mobile horizontalement pour permettre au faisceau laser de balayer un rayon du disque et verticalement pour assurer la mise au point du faisceau sur le CD.

La surface du disque défile devant le faisceau laser à une vitesse de $1,2 \text{ m/s}$ quelle que soit la position du faisceau.

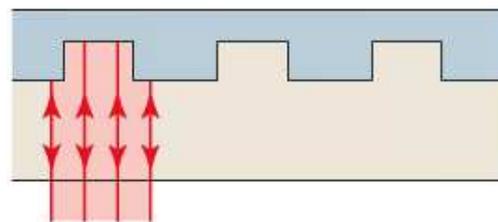
Quand le faisceau laser frappe un plat, l'éclairement de la photodiode est maximal. Quand il frappe une cuvette, l'éclairement est minimal.



B. Tête de lecture d'un lecteur de CD.

L'éclairement constant de la photodiode (cuvette ou plat) correspond au codage 0. Le passage d'un plat à un creux ou d'un creux à un plat entraîne un changement de l'éclairement de la photodiode. C'est ce changement qui est codé 1. La longueur d'un bit est normalisée. Elle correspond à la distance parcourue par la surface du CD devant le faisceau laser en $231,4 \text{ ns}$.

Quand le faisceau laser frappe une cuvette, une partie du faisceau est réfléchi par le fond de la cuvette et le reste par le bord, car le diamètre du faisceau est plus grand que la largeur de la cuvette.



C. Coupe du CD suivant un rayon.

Doc 2. Formulaire

$$\lambda_{\text{poly}} = \frac{\lambda_0}{n}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

Interférence constructive si :

$$\delta = d_2 - d_1 = k\lambda_{\text{poly}}$$

Interférence destructive si :

$$\delta = d_2 - d_1 = (2k+1) \frac{\lambda_{\text{poly}}}{2}$$

avec $k \in \mathbb{Z}$.

QUESTIONS

1. **a.** Les cuvettes dont parle l'énoncé sont-elles situées sous le CD ou dans le polycarbonate ?
- b.** Quel est l'intérêt de cette situation ?
- c.** Quelle est la longueur d'un bit ?
- d.** L'indice du polycarbonate est $n = 1,55$. Calculer la longueur d'onde de la lumière dans l'épaisseur du CD.
2. **a.** Lorsque le faisceau frappe une cuvette, l'éclairement de la photodiode est minimal. Pourtant, le fond des cuvettes

- est réfléchissant comme les plats. Comment expliquer ce phénomène ?
- b.** Exprimer la différence de marche entre les deux parties du faisceau réfléchi (plat et cuvette) en fonction de la profondeur e de la cuvette.
 - c.** Calculer la plus petite profondeur e de la cuvette pour obtenir un éclairement minimal.